

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА И ЕГО ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ

Е.В. Авдеева, В.В. Кузьмичев

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
660049 Красноярск, пр. Мира, 82 e-mail: sibstu@sibstu.kts.ru

Урбанизированная среда создается на базе ландшафтных ресурсов. Они являются основой для размещения техногенных объектов и служат основой композиционного построения системы озеленения. Ландшафтные ресурсы определяют распространение и продуктивность растительности в насаждениях городов. Степень соответствия биоклиматических ресурсов местности параметрам экологических ниш древесных растений позволяет использовать в городском зеленом строительстве виды деревьев и кустарников, наиболее приспособленных к местным ландшафтным условиям.

Ключевые слова: урбанизированная среда, ландшафтные ресурсы, экологические ниши, древесные растения

The urbanised environment is created on the basis of landscape resources. They are a basis for placing of technogenic objects and form a basis of composite construction of system of gardening. Landscape resources define distribution and efficiency of vegetation to plantings of cities. Degree of conformity of bioclimatic resources of district to requirements of plants allows to use kinds of wood plants of the most adapted for local conditions in city green building.

Key words: urban environment, scenic resources, environmental niches, woody plants

ВВЕДЕНИЕ

Урбанизированная среда создается на базе ландшафтных ресурсов, которые являются основой для размещения техногенных объектов, и, в сочетании с природным окружением, служат основой ее композиционного построения. Средопроизводящая способность ландшафтов определяет комфортность территории. Сложившиеся приемы озеленения города Красноярска, ландшафтно-эстетические принципы их формирования, а также нормативно-техническая база проектирования не обеспечивают комфортность городской среды. Поэтому разработка направлений и принципов реконструкции системы озеленения должна опираться на экологические исследования ландшафтных процессов, выявление основных источников экологических напряжений, изучение интегрированного воздействия техногенных стрессоров.

Необходимы учет и анализ основных свойств древесных растений, таких, как устойчивость (способность к саморегуляции); стабильность, способствующая сопротивляемости экосистем различным видам воздействия, динамичность, функциональность, эстетичность, индикаторная способность, позволяющих оценить состояние экосистемы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ландшафтные ресурсы, на базе которых создаются урбанизированные комплексы, предопределяют граничные условия их техногенной трансформации. Наиболее устойчивым и консервативным блоком системообразующих факторов природной среды является геоморфологический каркас территории. Литогенная основа ландшафта, включающая рельеф, геологический субстрат и гидрогеологические условия, является комплексным экологическим фактором. Территория района исследований характеризуется значительным разнообразием рельефа. Город

Красноярск и его зеленая зона расположены на стыке трех геоморфологических стран: Западно-Сибирской равнины, Средне-Сибирского плоскогорья и Алтае-Саянской горной страны. Северо-западная часть города Красноярска расположена в пределах Красноярской лесостепной предгорной равнины. Территория данного природного округа размещена на стыке Западно-Сибирской низменности и предгорной равнины Восточного Саяна. По ее восточной окраине проходит долина реки Енисей, насчитывающая девять террас различной сохранности, на которых расположена основная часть города. Рельеф территории, расположенной на Средне-Сибирском плоскогорье, отличается сглаженностью широких водораздельных пространств. Южная часть города входит в состав природной провинции Саянских гор и межгорных котловин Алтае-Саянской горной страны, которая состоит из плосковершинных нагорий и хребтов (Средняя Сибирь, 1964).

Красноярск расположен на обоих берегах реки Енисей в ее среднем течении. Важную роль в формировании ландшафтных особенностей города Красноярска играет долина реки. Она является полосой переходных ландшафтов между крупными природными зонами и занимает преобладающую часть города. Ее ширина на разных берегах неодинакова: на правом – она изменяется от одного километра у ручья Лалетина до 8 км при впадении р. Березовки. Левобережная долина при впадении реки Кача и в северной части города значительно расширяется (до 6 – 8 км). В целом она представляет собой ступенчатую эрозионно-аккумулятивную равнину, имеет сложную морфологию. Разнообразие форм рельефа и геологического строения, наличие водных акваторий и растительности, т.е. природно-генетических признаков местности, определяют выделение различных типов природных ландшафтов, на фоне которых сложилась и развивается территория города и пригородной зоны (Кириллов, 1988, Ананьева, 1995).

Климатические особенности города Красноярска

и его пригородной зоны определяются его положением в зоне умеренного климата с ярко выраженной континентальностью. Это объясняется расположением данной территории почти в центре Азиатского материка и удаленностью от водных поверхностей (Будыко, 1980; Климат Красноярск, 1982; Лосев, 2001). Растительный покров на территории района исследования сформировался под воздействием структурных и климатических особенностей местности и представлен тремя зонально-поясными экосистемами: таежных лесов, подтаежных лесов и лесостепной (Кириллов, 1977).

Лесостепные экосистемы приурочены к нижней высотной ступени и занимают почти всю территорию всхолмленной равнины. Участки луговых (злаково-разнотравных) и настоящих (поляннотравных, дерновинно-злаковых) степей пространственно сочетаются с небольшими массивами березовых и сосновых лесов, образуя зональные лесостепные комплексы. Территория степей в настоящее время почти полностью распахана. На крутых инсолируемых склонах в долинах рек Енисея, Качи, Есауловки выделяются небольшие по площади контуры каменистых степей. К вогнутым элементам ландшафта приурочены разреженные травянистые группировки из степных и горно-степных видов, заросли кустарников и редкие березняки.

Подтаежные лесные экосистемы представлены сосновыми, реже лиственничными, лесами и производными от них березовыми и осиновыми. Они приурочены к предгорьям и низкогорьям Восточного Саяна, а также небольшими массивами представлены на Кемчугской возвышенности. Подтаежные леса отличаются высокой производительностью древостоев. Однако в настоящее время их площади значительно сокращены за счет вырубок, создания искусственных насаждений и хозяйственного освоения. Это привело к тому, что сильно измененные антропогенными воздействиями подтаежные и таежные территории, прилегающие к железнодорожной магистрали, имеют в настоящее время почти лесостепной облик.

Таежные экосистемы представлены преимущественно горнотаежными лесами. В таежных лесах к долинам рек в основном приурочена ель, в подтайге и лесостепи долины малых рек заняты ельниками и березняками. Ввиду того, что территория района исследований находится на стыке трех физико-географических стран, данные зональные ландшафтные подразделения имеют переходные черты.

Под влиянием ландшафтных структур формируются различные мезоклиматические условия, которые определяют распространение и продуктивность растительности. Поэтому для полного использования возможностей древесных растений в насаждениях городов необходимо установить степень соответствия климатических ресурсов местности требованиям растений. Анализ литературных источников показал (Будыко, 1971; Одум, 1986; Кириллов, 1988; Природный, 2000; Лосев, 2001), что установить степень соответствия ресурсов среды с экологическими нишами растений возможно по следующим параметрам:

- термические ресурсы: - сумма активных температур воздуха, определяющая активную вегетацию растительности; средняя многолетняя температура января, определяющая адаптацию растений к зимним условиям;

- условия увлажнения территории: гидротермический коэффициент Селянинова, относительная влажность воздуха наиболее активного периода вегетации (июля) во время суток с минимальными ее показателями (13 часов дня);

- высота и структура снежного покрова.

Установленные связи морфометрических особенностей древесных растений с оценкой ресурсов среды будут способствовать внедрению наиболее приспособленных к местным условиям древесных видов в городское зеленое строительство и адекватному подбору технологических мероприятий по уходу за насаждениями.

В качестве исходных материалов для анализа метеорологических условий использовались данные многолетних наблюдений на метеостанциях «Столбы»; Сорокино; Красноярск, Опытное поле; Красноярск, город, «Справочника по климату СССР»; микроклиматические наблюдения, представленные в монографии «Климат Красноярск»; СНиП 2.01.01 – 73 «Строительная климатология и геофизика».

В течение всего года в районе Красноярск преобладают циклоны, приходящие с юго-запада (63 %). В теплый период они составляют 72 %, в холодный – 57 %. В холодный период наблюдаются антициклоны западного и северо-западного направлений. Под влиянием Азиатского антициклона в Красноярске зимой устанавливается сухая, малооблачная погода с сильными морозами. Циклоны вызывают повышение температуры, оттепели и осадки. В теплый период число западных антициклонов составляет 41 %, что влечет за собой понижение давления и сильное прогревание воздушных масс, формирование высоких температур и низкой относительной влажности.

Большое влияние на климатические условия города оказывают северо-западные отроги Восточного Саяна. Полузатихшие циклоны, несущие атлантический воздух, несколько оживляются в горных районах, воздух охлаждается, увеличивается облачность и выпадают осадки. При движении вниз по склонам в пониженные степные части лесостепи воздушные потоки превращаются в фены. Попадая в более плотные слои атмосферы, они нагреваются, уменьшается их относительная влажность. Такой воздух, опускаясь во впадину, оказывает иссушающее действие. В условиях холмистой местности окрестностей Красноярск холодный воздух застаивается в котловине, что способствует образованию температурных инверсий. Именно с особенностями рельефа на небольшой территории окрестностей Красноярск связана заметно выраженная вертикальная климатическая поясность. Анализ среднегодовых температур показывает постепенное похолодание от степных районов (0,8 °C) к горной тайге (минус 0,9 °C). Анализ абсолютных минимальных и максимальных температур в окрестностях города отражает заметно выраженное влияние рельефа). Пределы минимальных температур и категории морозостойкости пред-

ставлены на рисунке 3. Древесные породы по способности длительно переносить пониженные температуры без естественного или искусственного укрытия подразделяют на пять классов. Анализ полученных результатов показывает, что минимальные температуры декабря и января во всех природных зонах могут повреждать даже весьма морозостойкие виды древесных растений.

К термическим условиям, которые необходимо учитывать при подборе ассортимента древесных растений, определении сроков выполнения технологических операций по посадке и дальнейшему уходу, относятся показатели, определяющие начало, окончание и продолжительность следующих периодов: теплого (промежуток времени между датами перехода среднесуточной температуры через 0 °С весной и осенью), большого цикла вегетации (через 5 °С), активной вегетации (соответственно, через 10 °С). Температурные условия определяют оптимальные сроки весенних и осенних посадочных работ. Период от даты перехода средней суточной температуры через 5 °С до даты

10 °С является оптимальным временем проведения весенних посадочных работ.

Осенние посадки рекомендуется проводить в период между датами перехода температуры от 10° до 5 °С (табл. 1, рис. 2).

Особое влияние на жизнедеятельность растений оказывают термические условия, которые характеризуются суммой положительных температур. Распределение сумм температур в городе Красноярске и его окрестностях колеблется под влиянием форм рельефа, экспозиции склонов и других местных особенностей (рис. 2).

На возвышенных открытых участках суммы положительных температур меньше, чем на равнине. В долинах рек, лощинах, оврагах они значительно увеличиваются по сравнению с открытым ровным местом. Наибольшая сумма среднесуточных температур воздуха вегетационного периода отмечается в котловинных участках местности (на мтс. Красноярск, город она составляет 1433 °С), наименьшая – на территории горно-таежных ландшафтов (мтс. Столбы – 853 °С).

Таблица 1 - Даты начала, окончания и продолжительность периодов с различными термическими режимами

Периоды с различными температурными режимами		Метеостанция			
		«Столбы»	Сорокино	Красноярск, Опытное поле	Красноярск, город
Теплый	Начало	20,4	15,4	11,4	5,4
	Окончание	12,9	17,1	21,1	21,1
	Прод-ть	174	184	192	198
Большой вегетации	Начало	10,5	5,5	30,4	30,4
	Окончание	26,9	29,9	2,1	6,1
	Прод-ть	138	146	154	158
Активной вегетации	Начало	31,5	26,5	20,5	16,5
	Окончание	2,9	5,9	12,9	15,9
	Прод-ть	93	101	114	121
Оптимальные сроки весенних посадочных работ	Начало	10,5	5,5	30,4	30,4
	Окончание	31,5	26,5	20,5	16,5
	Прод-ть	21	21	21	17
Оптимальные сроки осенних посадочных работ	Начало	2,9	5,9	12,9	15,9
	Окончание	26,9	29,9	2,1	6,1
	Прод-ть	24	24	29	26

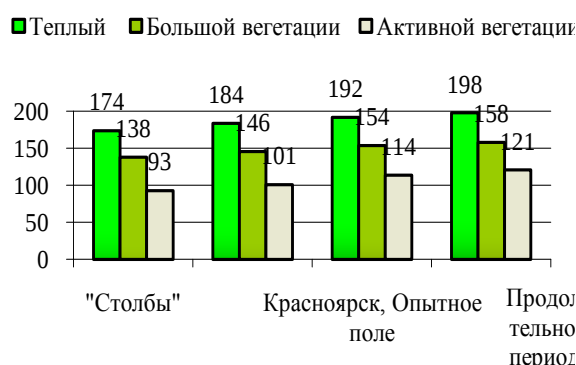


Рисунок 2 - Температурные условия для роста и развития древесных растений

Важными показателями продуктивности климата являются радиационный баланс, прямая и рассеянная солнечная радиации. По наблюдениям на мтс. Красноярск, Опытное поле период с положительным радиационным балансом составляет 8 месяцев - с марта

по ноябрь. Суммы радиационного баланса в мае – августе составляют от 494 до 654 МДж/м². При этом в процессе фотосинтеза используется фотосинтетически активная радиация, максимум которой в данном регионе приходится на июнь и достигает 323 МДж/м². За период большой вегетации приход фотосинтетически активной радиации составляет 1311 МДж/м². Заморозки значительно снижают возможности ее использования. Наблюдаются значительные различия между температурой воздуха и почвы, что особенно ярко проявляется в летний период. Прослеживаются различия в продолжительности безморозного периода в воздухе и почве: на поверхности почвы весной они прекращаются позже, а осенью наступают раньше, чем в воздухе. На сроки заморозков значительное влияние оказывают особенности рельефа. На открытых возвышенных участках и в городских условиях безморозный период на поверхности почвы продолжительнее, чем в пониженных местах. Самые поздние весенние заморозки отмечаются в конце июня.

Они приносят наибольший вред растениям, так как наблюдаются в период высоких среднесуточных температур. Комплексной характеристикой условий перезимовки древесных растений является степень суровости зимы, рассчитанная по формуле Шульгина

$$K = t_m / h,$$

в которой рассматривается отношение t_m - среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха за самый холодный месяц ($^{\circ}\text{C}$) к h - средней высоте снежного покрова за этот же период (рис. 3). Условия увлажнения территории оцениваются средней многолетней суммой осадков и распределением их во времени. В горных районах их количество выше, чем в пониженных лесостепных частях пригородной зоны. При этом прослеживается общая закономерность в их распределении по сезонам года: минимум выпадает в холодный период, максимум – в теплый. Оценка влагообеспеченности различных ландшафтных зон территории зеленой зоны Красноярска по гидротермическому коэффициенту Селянинова и градация зон увлажнения представлены на рисунке 4.

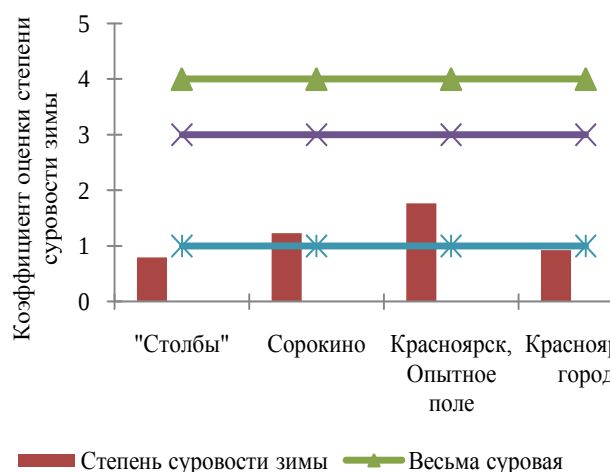


Рисунок 3 - Степень суровости зимы в природных зонах района исследований

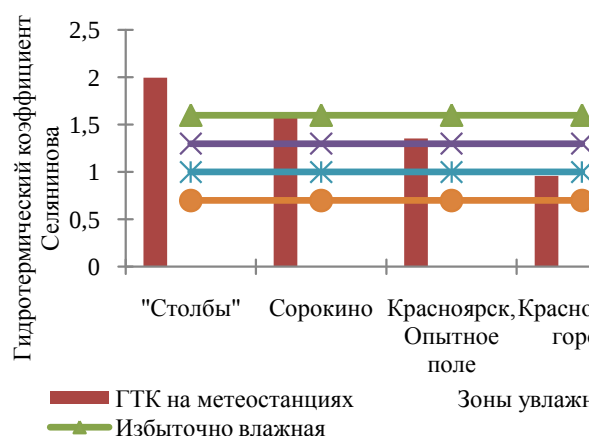


Рисунок 4 - Влагообеспеченность по гидротермическому коэффициенту Селянинова и градация зон увлажнения

Анализ полученных графиков показал, что, в зависимости от сложившихся температурно-влажностных условий в пригородной зоне и городе, выделяются участки как с избыточным увлажнением (в районе заповедника «Столбы»), так и слабо засушливые – в степной ландшафтной зоне.

Анализ дендроклиматических ресурсов в сочетании с ландшафтными особенностями территории показал, что район исследований весьма неоднороден. В целом в районе исследований выделяется три дендроклиматических подрайона.

I - Средне- и низогорные ландшафты темно- и светлехвойной тайги и подтайги, охватывающие западные и южные склоны Восточного Саяна, Торгашинского хребта, правобережной и частично – западной части левобережной территории города, испытывают избыточное увлажнение.

II - Ландшафт лесостепной предгорной равнины, представляющий холмистый рельеф водоразделов и равнинный рельеф верхних террас Енисея, расположен в северо-западной части пригородной зоны города, характеризуется достаточным увлажнением, вегетационный период данной территории обеспечен достаточными биологическими ресурсами.

III - Ландшафт степи расположен в долине реки Енисей, на крутых берегах рек Качи и Бугача, на склонах возвышенностей южной экспозиции в северной части пригородной зоны города. По степени увлажнения подрайон относится к слабо засушливой территории, количество выпадающих осадков меньше испаряемости. Таким образом, правомерно сопоставление параметров экологических ниш деревьев и кустарников, произрастающих на территории данных ландшафтных зон в лесах умеренной зоны и используемых в озеленении города, с ландшафтными ресурсами данной местности. В качестве материала для анализа использовались характеристики 15-ти пород и параметры основных дендроклиматических районов (по данным метеостанций: Столбы, Сорокино, Красноярск, Опытное поле, Красноярск, город) (Пузаченко, 1981). Проведена сравнительная оценка дендроклиматических ресурсов среды и параметров экологических ниш растений по 11 критериям: гидротермический коэффициент, сумма активных температур, температура января, сумма осадков за теплый период, сумма осадков за холодный период, относительная влажность воздуха, высота снежного покрова, элементы мезорельефа, экспозиция склонов, наличие вечной мерзлоты, механический состав почвы. Полному соответствию параметров среды условиям экологических ниш растений соответствует 1, снижение показателя идет за счет наличия пограничных условий между средой и показателями экологической ниши, 0 – означает несоответствие даже одного параметра экологической ниши характеристике среды (Авдеева, 2007). Обобщенные данные по оценке степени соответствия экологических ниш растений ресурсам среды представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Оценка степени соответствия экологических ниш растений ресурсам среды

Древесные растения	Темнохвойная тайга	Светлохвойная тайга	Лесостепь	Степь
	Степень соответствия параметров экологических Ниш растений ресурсам среды			
Лиственница (<i>Larix</i>)	0,64	0,82	0,82	0,64
Береза (<i>Betulae</i>)	0,82	0,91	0,82	0,54
Сосна (<i>Pinus</i>)	0,72	0,91	0,73	0,73
Клен (<i>Acer</i>)	0	0,64	0,73	0,73
Дуб (<i>Quercus</i>)	0	0	0,45	0,45
Липа (<i>Tilia</i>)	0	0	0,45	0,36
Ива (<i>Salix</i>)	0,54	0,91	0,91	0
Ель (<i>Picea</i>)	0,91	0,54	0	0
Пихта (<i>Abies</i>)	0,91	0,45	0	0
Черемуха (<i>Padus</i>)	0,73	0,64	0	0
Шиповник (<i>Rosa</i>)	0,67	0,78	0,33	0,67
Можжевельник (<i>Juniperus</i>)	0,33	0,67	0	0
Рододендрон (<i>Rhododendroideae</i>)	0,56	0,22	0	0
Лещина (<i>Corylus</i>)	0	0	0,33	0,56
Жимолость (<i>Lonicera</i>)	0,89	0,89	0,89	0,67

Результаты исследований позволили провести анализ связей между параметрами экологических ниш 15 древесных пород и параметрами ландшафтных зон. Степень соответствия характеризует чувствительность растений к определенным параметрам среды. Так, природные условия всех представленных ландшафтных зон соответствуют параметрам экологических ниш лиственницы, березы, сосны, жимолости и шиповника. На территории темнохвойной и светлохвойной тайги сумма активных температур не отвечает биологическим требованиям дуба, клена, липы, лещины. Ландшафты лесостепи и степи по условиям сочетания температуры и влажности не соответствуют требованиям для роста пихты, ели, можжевельника, ивы и черемухи. Таким образом, режимы увлажнения и температуры воздуха выступают лимитирующими факторами для развития древесных растений в данных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты оценки дендроклиматических ресурсов с учетом ландшафтных особенностей территории района исследований показывают, что она обладает значительным биологическим потенциалом и дифференцируется на три дендроклиматических подрайона. Располагаясь на стыке трех физико-географических стран, зональные ландшафтные подразделения имеют переходные черты. Растительный покров на территории района исследования представлен тремя зонально-поясными подразделениями: таежные леса, подтаежные и лесостепные. В результате анализа связи между параметрами ландшафтных ресурсов и экологических ниш древесных растений определены лимитирующие факторы: режимы увлажнения и температуры воздуха. Степень соответствия характеризует чувствительность растений к определенным параметрам среды. Увеличение в городских насаждениях доли видов, параметры экологических ниш которых,

максимально соответствуют параметрам среды и обладающих высокими декоративными качествами, таких, как береза повислая, лиственница сибирская, ель сибирская, позволит более полно решать проблему формирования индивидуального облика сибирского города.

Изучение структуры растительности по условиям местообитания приводит к выбору ассортимента древесных растений, наиболее устойчивых для ландшафтных условий среды. Информация о чувствительности растений к определенным климатическим параметрам, должна учитываться в зеленом строительстве при выборе ассортимента древесных растений и технологии по уходу за насаждениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Авдеева, Е.В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде / Е.В. Авдеева. – Красноярск: СибГТУ, 2007. – 361 с.
- Ананьева, Т. А. Руководство по геологической практике в окрестностях Красноярска / Т. А. Ананьева. – Красноярск : Изд-во КГПУ, 1995. – 48 с.
- Будыко, М. И. Климат и жизнь / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 470 с.
- Будыко, М.И. Климат в прошлом и будущем / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат. 1980. – 334 с.
- Кириллов, М. В. Особенности природы окрестностей г. Красноярска / М. В. Кириллов. — Красноярск: Кн. Изд-во, 1977. – 160 с.
- Кириллов, М. В. Природа Красноярска и его окрестностей / М.В.Кириллов. – Красноярск : Кн. Изд-во, 1988. – 149 с.
- Климат Красноярска / под ред. Швер Ц. А., Герасимовой А.С. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 180 с.
- Коломыц, Э. Г. Полиморфизм ландшафтно-зональных систем / Э. Г. Коломыц. – Пушкино, 1998. – 311 с.
- Лосев, А. П. Агрометеорология / А. П. Лосев, Л. Л. Журнина. – М.: Колос, 2001. – 302 с.
- Нефедьева, Е. А. Влияние снежного покрова на ландшафтные связи / Е. А. Нефедьева. – М.: Наука, 1975. – 172 с.

Природный комплекс большого города.: Ландшафтно-экологический анализ / Э. Г. Коломыц – М.: Наука; МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 286 с.
Пузаченко, Ю. Г. Структура растительности лесной зоны

СССР. Системный анализ / Ю. Г. Пузаченко, В.С. Скулкин. – М. : Наука. 1981. – 276 с.
Средняя Сибирь / под ред. И. П. Герасимова.–М.: Наука, 1964.–480с.

Поступила в редакцию 17 февраля 2011 г.
Принята к печати 27 апреля 2011 г.